



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) (21) **PI 0201115-8 A**

(22) Data de Depósito: 02/04/2002
(43) Data de Publicação: 22/02/2005
(RPI 1781)

(51) Int. Cl.:
H04L 12/16



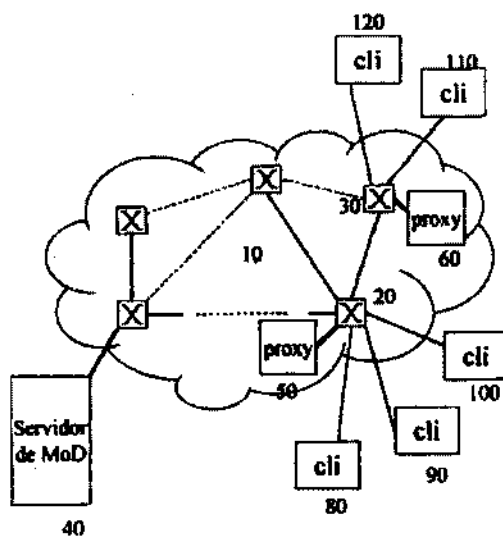
(54) Título: **MEMÓRIA COOPERATIVA DISTRIBUÍDA COLAPSADA PARA SISTEMAS DE MÍDIA-SOB-DEMANDA INTERATIVA E ESCALÁVEL**

(71) Depositante(s): COPPE/UFRJ - Coordenação dos Programas de Pós Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (BR/RJ)

(72) Inventor(es): Edison Ishikawa, Claudio Luis de Amorim

(74) Procurador: Joubert Gonçalves de Castro

(57) Resumo: "MEMÓRIA COOPERATIVA DISTRIBUÍDA COLAPSADA PARA SISTEMAS DE MÍDIA-SOB-DEMANDA INTERATIVA E ESCALÁVEL". Trata-se de um método de dois níveis de gerenciamento de cache de um servidor proxy para arquivos de mídia contínua. No primeiro nível, o método reserva buffers colapsados na cache para cada cliente ativo atendido pelo servidor proxy. Para poupar largura de banda e espaço em memória estes buffers colapsados podem ser concatenados e sobrepostos quando o conteúdo pertencer a um mesmo arquivo de mídia contínua. O proxy gerencia de forma coletiva os buffers colapsados de cada cliente, que cooperam disponibilizando seu conteúdo para o sistema diminuindo o tráfego na rede de comunicações e no servidor de mídia-sob-demanda. No segundo nível, o método permite que os servidores proxies cooperem entre si, concatenando seus buffers colapsados quando necessário, aumentando o volume de mídia disponível em cache para ser compartilhado, poupando largura de banda no servidor de mídia-sob-demanda e na dorsal da rede de comunicação.



RELATÓRIO DESCRITIVO DA PATENTE DE INVENÇÃO PARA
"MEMÓRIA COOPERATIVA DISTRIBUÍDA COLAPSADA PARA SISTEMAS DE
MÍDIA-SOB-DEMANDA INTERATIVA E ESCALÁVEL"

CAMPO TÉCNICO

5 A presente invenção refere-se a um sistema de gerenciamento de cache de um servidor proxy para armazenar uma ou mais mídias de fluxo contínuo, como vídeo ou áudio, que estão sendo acessadas de um servidor de mídia-sob-demanda por um ou vários usuários. O servidor proxy,
10 dorávante chamado apenas de proxy, reserva parte de sua memória cache para cada usuário que abre uma sessão multimídia. Desta forma, o usuário pode ter um buffer menor, diminuindo o custo do set-top-box (STB) ou do aparelho cliente, uma vez que este buffer é complementado
15 pela parte da cache reservada no proxy. Para otimizar a performance da cache, a parte reservada da cache por um cliente pode ser sobreposta à parte reservada por outro cliente, desde que o conteúdo seja o mesmo, evitando replicação redundante de conteúdo e aumentando o índice de
20 reuso da mídia. Estas partes reservadas podem ser concatenadas de forma a se aumentar ainda mais o reuso do conteúdo. Esta concatenação pode se dar dentro da cache de um único proxy ou entre as caches de vários proxies de forma cooperativa. A concatenação das partes das caches dos
25 proxies também é utilizada para oferecer facilidades de operação de videocassete. A parte da cache não reservada é utilizada para armazenar trechos das mídias mais populares ou para aumentar o grau de concatenação das partes reservadas da cache. Desta forma se consegue aumentar a
30 escalabilidade dos sistemas de mídia-sob-demanda, bem como implementar operações de videocassete, oferecendo um sistema interativo aos usuários do sistema.

TÉCNICAS ANTERIORES

A Memória Cooperativa Distribuída (MCD), conforme reivindicada no pedido nacional PI 0001810-4 de 28/03/2000, muda o paradigma do sistema de Video sob Demanda (VoD), que
5 passa a ser par-a-par (peer-to-peer) ao invés do convencional cliente/servidor. A MCD possibilita a implementação de sistemas de VoD interativos e escaláveis utilizando uma infra-estrutura de comunicações de banda larga simétrica, ou seja, a banda passante de subida
10 (uplink) é igual à de descida (downlink), o que permite explorar a banda passante de subida do cliente para também torná-lo um servidor reciclando o fluxo que ele recebe. Tal infra-estrutura de comunicações é encontrada com mais frequência em grandes empresas, centros de pesquisas ou no
15 meio acadêmico, o que restringe, por enquanto, seu uso aos usuários corporativos.

O usuário doméstico ainda não tem acesso a este tipo de serviço, pois seu fornecimento em grande escala ainda é inviabilizado pelos altos custos de implementação
20 do que se costuma chamar de "última milha". Existe uma dorsal de alta velocidade, mas ligar os milhares de usuários a esta dorsal com enlaces de banda larga exigiria vultosos investimentos. No entanto, estes milhares de usuários já estão ligados a uma infra-estrutura de
25 telefonia baseada em fios de cobre, investimento este que as concessionárias de telecomunicações querem preservar e aproveitar para oferecer serviços de banda larga. Outra opção é o uso de tecnologia de redes sem fio, que devido a rapidez na implantação e com esta tendência de diminuição
30 dos custos desta tecnologia, esta se torne uma alternativa viável para o acesso em banda larga ao usuário final num futuro próximo.

Neste contexto, desenvolveu-se a tecnologia denominada ADSL (Assymetrical Digital Subscriber Line) ou melhor explicando, uma linha de assinante do serviço pela qual trafegam informações digitais, sendo que a largura de
5 banda de descida do cliente é muito maior que sua largura de band de subida, isto usando o mesmo par de fios de cobre telefônico já instalado até a casa do usuário. A explicação é que o cliente costuma receber muito mais informação do que enviar, ou seja, um canal de subida com pouca largura
10 de banda para permitir interatividade e transmissão de voz é suficiente para atender as necessidades imediatas dos usuários, e o restante da banda passante que é possível explorar no antigo par de cobre é usada para o canal de descida. As linhas ADSL convergem para uma central
15 denominada DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer), análoga a uma central telefônica, que por sua vez é interligada por uma rede de alta velocidade. Recentemente surgiram outras tecnologias de acesso agrupadas sob a denominação xDSL, que englobam acesso
20 simétrico ou assimétrico com diferentes velocidades de transmissão de dados. Note que o que foi dito para as ADSLs se aplica também para as xDSLs.

No caso do acesso sem fio, a largura de banda também é limitada, mas já garante o acesso ponto-a-ponto a
25 até 12 Mbps, o que permite transmitir com folga um vídeo de boa qualidade. No caso das redes sem fio ponto-a-ponto também existe um ponto central de acesso denominado Head end.

Caso os usuários estejam ligados diretamente a
30 uma rede de alta velocidade através de um roteador ou comutador este passa a ser o ponto de acesso.

Para viabilizar o uso da MCD neste tipo de infraestrutura de comunicações, os buffers dos clientes da MCD

convencional foram colapsados nos pontos centrais de acesso como DSLAMs, Head ends ou roteadores/comutadores, nas memórias existentes nos mesmos ou em proxies ligados a eles. Os proxies funcionam tanto numa arquitetura

5 simétrica como assimétrica, e podem estar em qualquer ponto da rede, a diferença é que o proxy irá utilizar a MCD-C (Memória Cooperativa Distribuída Colapsada) para gerenciar sua cache. Resumindo, o proxy pode ser distinto da central de acesso ou estar incorporado ao mesmo. A política de

10 gerenciamento da cache do proxy MCD-C difere em vários aspectos das políticas tradicionais como o LRU (menos usado recentemente) ou MRU (mais usado recentemente) pois a exploração de "hot data sets" não serve para arquivos longos. Também difere das políticas para multimídia como

15 BASIC, DISTANCE, INTERVAL CACHING (IC) e GENERALIZED INTERVAL CACHING (GIC) no detalhe de sua operação, melhor explicando, a forma de alocação dos buffers para os fluxos de vídeo. Enquanto nos métodos tradicionais procura-se aumentar o acerto na cache através de políticas de

20 substituição de conteúdo, no MCD-C o acerto é garantido pela reserva de parte da cache e as políticas de substituição de conteúdo são usadas apenas para aumentar ainda mais o reuso do conteúdo. Difere também das caches em disco pois o seu objetivo é ter conteúdo em memória para

25 ser prontamente transmitido ao cliente cujo buffer foi colapsado em uma central próxima ao usuário. Ou seja, o objetivo principal da MCD-C não é armazenar em disco, embora seu uso não seja excluído, pelo contrário, sua utilização tem vantagens ortogonais aos oferecidos pela

30 MCD-C, de tal forma que ambos podem ser utilizados aumentando o desempenho do sistema.

As políticas de gerenciamento de cache para sistemas multimídia, como os sistema de Mídia-sob-Demanda

(MoD), levam em conta que estes objetos são muito grandes de modo que colocar todo o objeto na cache não oferece uma boa relação custo/benefício. Por isso essas políticas retêm apenas fragmentos dos objetos e não todo o objeto, além
5 disso tentam explorar a relação entre os diversos fluxos fornecidos aos clientes, sempre levando em conta o padrão de acesso seqüencial.

MCD-C se diferencia da MCD pura por também funcionar numa infra-estrutura de comunicações assimétrica, centralizando a memória existente nos buffers dos clientes
10 nos pontos de acesso, oferecendo um serviço mais robusto e otimizado. Além disso, MCD-C preserva as vantagens da MCD, pois alivia o servidor e seus enlaces de comunicação da carga excessiva de forma a tornar o sistema escalável e
15 interativo.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção implementa um método para gerenciar a memória cache de proxies para mídias contínuas como vídeo e áudio. Este método pode ser dividido em duas
20 partes. A primeira parte trata do gerenciamento da cache de um único proxy, ou seja a MCD-C local. A segunda parte trata da cooperação dos proxies para compartilhar o seu conteúdo armazenado, ou seja a MCD-C distribuída. A MCD-C pode ser utilizada tanto na sua forma local como
25 distribuída.

O método MCD-C local reserva um espaço na cache do proxy para toda cliente que inicia uma sessão, representando desta forma parte do buffer do cliente que foi colapsado no proxy. Para gerenciar todos estes espaços
30 na cache de forma a evitar replicação inútil de conteúdo e maximizar a sua reutilização é criado uma estrutura de dados circulares sobrepostos, na qual a mídia contínua é representada pela Lista de Unidades de Mídia Contínua

(LUMC), e os slots que são as unidades da cache reservadas pelos clientes pela Lista de Unidades de Slots (LUS).

A unidade da LUMC é dada pelos GoFs (Group of Frames), no caso da mídia contínua ser o vídeo, que são indexados por timestamps em unidades de tempo. O tamanho de cada unidade da LUS geralmente engloba várias unidades da LUMC. Como cada unidade de LUMC não tem necessariamente um tamanho fixo em unidades de tempo, o número de unidades da LUMC que uma LUS pode ter é dado por um valor médio que é a razão entre o tamanho de uma unidade da LUS pela duração média de um GoF. Convencionando-se que os GoFs da LUMC estejam preferencialmente ordenados em ordem crescente de timestamps no sentido horário, a LUS gira preferencialmente sobre a LUMC, que está fixa, no sentido horário e com a velocidade igual a da apresentação da mídia contínua. A LUS também é uma lista ordenada, só que preferencialmente no sentido anti-horário.

Tanto a LUMC como a LUS são preferencialmente listas de ponteiros. A LUMC é uma lista que aponta para a área da cache onde o GoF está armazenado. A LUS é uma lista que aponta na LUMC o início e o fim do slot. Se um slot da LUS está reservado, seu conteúdo compreendido entre o ponteiro de início e fim do slot não pode ser descartado.

Ao abrir uma sessão, o gerente MCD-C reserva alguns slots contíguos da LUS que correspondem ao conteúdo inicial solicitado pelo cliente. Estes slots contíguos correspondem ao buffer que deveria existir no cliente em sua totalidade, estando preferencialmente mapeado nos mesmos o ponteiro de início e fim do buffer, o ponteiro de leitura e escrita no buffer, o ponteiro de nível máximo e mínimo do buffer.

O fluxo que chega ao proxy é posto na cache e mapeado na LUMC com a prioridade de reserva dado pelo seu

slot correspondente naquele instante, ou seja, se entre o ponteiro de leitura e o ponteiro de fim do buffer houver conteúdo, este não deve ser descartado. Se após o fim do buffer, significa que ocorreu um overflow, ou seja, o GoF é elegível para descarte, mas com uma prioridade menor do que aquele GoF que acabou de sair do buffer, pois este já foi lido.

Dois usuários podem abrir uma sessão para assistir a uma mesma mídia defasados por um pequeno intervalo de tempo (menor que o tamanho de um slot), neste caso os slots compartilhados pelos dois buffers colapsados serão os mesmos. Se o intervalo de tempo for maior que um slot, os buffers colapsados compartilharão apenas os slots que se sobrepõe. Se o intervalo de tempo entre os acesso for apenas de até um slot maior que o tamanho do buffer colapsado, os slots que compõe estes buffers serão contíguos, assegurando um trecho concatenado contínuo de mídia armazenada. Se o intervalo de tempo for de um ou mais slots maior que o buffer colapsado, os slots reservados não serão contíguos, portanto o conteúdo do(s) slot(s) não reservado(s) que une(m) os buffers colapsados podem ser descartados da cache, dependendo da ranking da popularidade do filme e da distância até o próximo reuso.

Quanto menos popular for o filme e maior a distância de reuso (tempo até entrar no próximo buffer colapsado) maior a probabilidade de descarte. Slots tampões podem ser usados para reservar o conteúdo de slots entre dois buffers, desde que haja espaço em cache e a distância entre os dois buffers seja pequena.

Para que não fiquem slots reservados nem conteúdo ocupando espaço em memória desnecessariamente, um processo coletor de lixo periodicamente verifica os clientes que se

tornaram inativos e libera os slots e conteúdo por eles reservados.

O MCD-C distribuído permite que o conteúdo dos proxies possa ser compartilhado. Para isto, toda vez que um
5 buffer colapsado necessitar receber um fluxo para recompletar o seu conteúdo ele preferencialmente irá solicitar este fluxo ao proxymais próximo até chegar ao servidor ou ele terá mapeado o estado dos proxies que compõe o sistema e irá pedir o conteúdo diretamente a quem
10 o possui. Da mesma forma, os buffers colapsados podem estar sobrepostos ou concatenados, o que garante o fluxo contínuo de mídia, caso não estejam, buffers tampões podem ser criados para garantir que o conteúdo do fluxo não seja descartado inadvertidamente.

15 BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Estes e outros objetivos, vantagens e características da invenção ficam mais fáceis de se entender e melhor descritas se a seguinte descrição detalhada for lida conjuntamente com as seguintes figuras:

20 FIG.1 Mostra a arquitetura genérica do sistema usado na presente invenção.

FIG.2 Mostra a lista de unidades de mídia contínua e a lista de unidades de slot de forma circular e a relação entre as duas.

25 FIG.3 Mostra as divisões conceituais do buffer colapsado e sua relação com os slots da LUS.

FIG.4a Diagrama de blocos ilustrando o relacionamento entre as várias estruturas de dados usados pela MCD-C.

30 FIG.4b Diagrama exemplificando a estrutura de dados de um membro da lista de mídia contínua (LM).

FIG.4c Diagrama exemplificando a estrutura de dados de um membro da LUS.

FIG.4d Diagrama exemplificando a estrutura de dados de uma unidade da LUMC.

FIG.4e Diagrama exemplificando a estrutura de dados de uma unidade da LBA ou LBL.

5 FIG.5 Diagrama de blocos mostrando o proxy.

FIG.6 Fluxograma descrevendo um exemplo de subrotina para a admissão de novos clientes.

FIG.7 Fluxograma descrevendo um exemplo de subrotina para substituição de unidades de vídeo na cache.

10 FIG.8 Fluxograma descrevendo um exemplo de processo de gerência de slots.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A presente invenção implementa um método para alocar buffers colapsados em proxies FIG.1 50 e 60. O
15 método utiliza uma técnica para determinar se o conteúdo da cache do proxy será ou não reutilizado no futuro, de tal forma que o espaço de cache do proxy possa ser alocado (ou liberado) para armazenar novo conteúdo de forma a diminuir a carga no servidor de MoD FIG.1 40 e na dorsal da rede de
20 comunicações FIG.1 10 e também que o conteúdo possa ser retransmitido a outros proxies de forma a ser reutilizado por outros clientes do sistema

Na FIG.1 20 e 30 são centrais de acesso, podendo ser tanto DSLAMs, como Head ends ou mesmo roteadores ou
25 comutadores. Os proxies FIG.1 50 e 60 podem fazer parte ou não das centrais de acesso.

O CLIENTE

Na FIG.1 80, 90, 100, 110 e 120 representam os aparelhos clientes, podendo ser desde simples set-top-
30 boxes, palm tops até computadores multimídia ou gateways residenciais. Os clientes se conectam, preferencialmente, ao proxy mais próximo. O aparelho cliente tipicamente possui um buffer para armazenar trechos da mídia contínua

com a finalidade de decodificar a mídia e também para diminuir o problema do jitter (variação estatística do retardo) do sistema. Quanto maior o jitter, maior a quantidade de memória necessária para evitar o overflow ou underflow do buffer. A tarefa de administrar o jitter percebido pelo cliente pode ser transferida ao proxy mais próximo. Desta forma o proxy terá um buffer reservado para este cliente, o buffer colapsado, e que poderá ser compartilhado com outros clientes e, portanto, poderá ter outras funções a serem detalhadas mais a frente. Como o jitter percebido pelo cliente será a do trecho final da rede, ele será menor, e portanto o buffer do cliente poderá ser menor, diminuindo o seu custo.

A IMPLEMENTAÇÃO

Existem diversos parâmetros usados na implementação deste método. A Fig. 2 mostra um lista com os ponteiros para os elementos de um fluxo de uma mídia contínua, representado pela circunferência interna 201. As unidades de fluxo variam de 0 até $k-1$. A este mesmo fluxo podem ser acrescentadas ou não outras unidades para completar a circunferência, o padding, representado na Fig. 2 201 por P.

Uma unidade de fluxo também pode ser caracterizada por uma unidade de indexação. Esta unidade de fluxo pode ser desde um bit até um conjunto de bits como uma palavra ou um conjunto de palavras ou bytes ou um quadro de vídeo ou mesmo um conjunto de quadros de vídeo. O conteúdo do fluxo é indexado de forma ordenada de forma que seu acesso não seja apenas seqüencial, mas também possa ser de forma aleatória. A unidade a ser usada neste texto para exemplificar o funcionamento da MCD-C é o GoF (Group of Frames) de um vídeo comprimido com o padrão MPEG, mas

11/23

poderia ser qualquer formato de vídeo digitalizado, comprimido ou não.

Engrenado com a lista 201 existe uma lista de slots 301 que gira preferencialmente no sentido horário. Os slots estão numerados de 0 até $n-1$ e representam intervalos de tempo, de tal forma que os n slots de tempo tenham a mesma duração que a mídia mais o padding. Como 301 gira sobre 201, sempre entram novas unidades da lista 201 no slot, assim como saem. Como os elementos que entram e saem dos slots são ponteiros para a cache, isto não significa que uma unidade de vídeo entrou no slot, mas sim que é possível através das listas 201 e 301 controlar o conteúdo da cache. Na FIG.2 o slot $n-2$ contém os elementos da lista que apontam para as unidades de vídeo de 4 a 7. Para cada mídia existirá uma estrutura de controle composta por 201 e 301.

O controle do conteúdo é feito através do conceito de buffer colapsado, que é um buffer virtual mapeado sobre a lista 301 da FIG. 2. Um buffer colapsado é constituído de um ou mais slots. A FIG. 3 mostra um exemplo de buffer colapsado 300 constituído de 4 slots mostrado num segmento da lista 301.

O BUFFER COLAPSADO

O buffer colapsado 300 é dividido da seguinte forma:

Início do buffer 310 - coincide com o fim do slot s . À medida que os ponteiros dos GoFs passam por este ponto, eles são marcados como fora do buffer, e portanto com uma prioridade maior de descarte. O conteúdo compreendido em s já foi lido e enviado para os clientes, mas permanece com uma prioridade de reserva para possibilitar a operação de rewind.

Leitura 320 - coincide com o início do slot s e aponta para o próximo GoF a ser exibido pelo cliente. Após passar por este ponteiro, os elementos de vídeo são marcados como já lidos.

5 Mínimo 330 - coincide com o início do slot $s+1$ e indica quando o buffer está para atingir o ponto de nível mínimo, gerando um sinal para o gerente MCD-C tomar as medidas necessárias para iniciar um novo fluxo para recompletar o buffer evitando um possível underflow. Todo o
10 conteúdo por ele apontado está reservado, não podendo ser descartado.

 Escrita 340 - aponta para a posição onde o próximo GoF a ser recebido deve ser armazenado. Normalmente deve ficar entre os ponteiros 330 e 350. Se estiver abaixo
15 de 330 indica perigo de underflow e acima de 350 perigo de overflow.

 Máximo 350 - coincide com o início do slot $s+3$. Indica a possibilidade de overflow no buffer. Quando o buffer está para atingir este nível, o cliente gera um
20 sinal para o gerente MCD-C que irá tomar as ações necessárias para prevenir um overflow e conseqüente perda de GoFs.

 Fim 360 - Coincide com o início do slot $s+3$. Indica o fim do espaço físico destinado ao buffer. O
25 conteúdo anterior a este limite pode ser descartado. Se este conteúdo não for lido, ele pode ser reservado com slots tampões.

SLOTS TAMPÕES

 Slots que não fazem parte do buffer colapsado,
30 mas podem ter seu conteúdo reservado para concatenar buffers colapsados ou aumentar o buffer colapsado.

O MÉTODO LOCAL

O conteúdo da cache apontado por cada buffer colapsado é garantido para atender um ou mais clientes, ou seja, seu conteúdo a ser transmitido não pode ser descartado pelo sistema. Dois ou mais buffers colapsados
5 podem ter intersecção de conteúdo, de forma que eles são sobrepostos e, portanto, compartilham slots em comum. Com isto evita-se replicação desnecessária e otimiza-se o uso da memória que pode ser utilizada para alocar slots tampões ou simplesmente deixar na cache conteúdos frequentemente
10 acessados como a parte inicial dos filmes de maior audiência. Buffer colapsados sobrepostos ou concatenados agem como um único buffer em se tratando de controle de fluxo que chega ao proxy este controle é exercido pelo buffer que recebe o fluxo de outro proxy ou servidor, o
15 buffer **receptor**. Os outros buffers sobrepostos ou concatenados dependem do conteúdo que já está na memória local, portanto o controle do buffer receptor é suficiente para garantir o conteúdo necessário para os outros buffers.

Um proxy preferencialmente deve ter memória
20 suficiente para alocar buffers colapsados para os seus clientes locais. No caso do proxy50 da FIG. 1, seus clientes locais são os de 80 a 100, ou seja os clientes servidos pelo ponto central de acesso 20 ao qual o proxy50 está ligado. Por razões de economia, ele pode ter menos memória
25 do que o necessário para alocar um buffer colapsado para cada cliente, levando em conta que a probabilidade desses clientes estarem todos com uma sessão de mídia aberta ao mesmo tempo é pequena. Além disso, clientes podem compartilhar slots, principalmente em filmes populares e
30 nos horários de maior audiência. Por outro lado, se o custo da memória for baixo ou se o objetivo for maximizar o reuso da mídia, o proxy pode ter muito mais memória do que o

necessário para alocar os buffer colapsados para os seus clientes locais.

O gerenciador MCD-C local procura tornar contínua a maior quantidade possível de buffers colapsados locais.

5 Para isso faz uso dos buffers tampões. Tornando contínuo os buffers colapsados, outro objetivo é minimizar a quantidade de fluxos enviados para os clientes locais, ou seja, os fluxos próximos são agrupados de forma a se enviar um único fluxo multicast, diminuindo a carga de I/O do proxie.

10 A FIG. 5 mostra um diagrama de blocos ilustrando um exemplo de proxy 50 e 60. O proxy consiste basicamente de uma Unidade Central de Processamento (UCP) 510 e uma memória 520. A UCP pode ser um único processador ou mais de um processador em paralelo. As instruções são armazenadas
15 na memória (RAM, ROM ou uma unidade de armazenamento secundária) para serem processadas pela CPU 510. A CPU 510 basicamente possui uma Unidade de Lógica e Aritmética (ULA), uma Unidade de Controle e uma memória local como uma cache de instruções e/ou dados ou vários registradores.
20 Toda esta arquitetura é bem conhecida. O proxy 50 ou 60 pode estar ou não embutido em um equipamento de comunicação, como por exemplo em uma DSLAM, em um Head end ou em comutadores e roteadores.

O proxy 50 ou 60 é preferencialmente constituído
25 de um processo de gerência de slots 530, de uma subrotina de admissão de clientes 540, de uma subrotina de substituição de unidades de vídeo na cache 550, de uma subrotina de operações interativas 560, de um processo coletor de lixo 570 e de um processo gerente da MCD-C
30 distribuída 580, quando houver dois ou mais proxies cooperativos, além da cache propriamente dita 590.

O pedido de um cliente (cli) é processado pela subrotina de admissão de clientes 540, exemplificado pelo

fluxograma da FIG. 6. Ao chegar o pedido procura-se a mídia na lista de mídia (LM) 410. Se não existir localmente no proxy, este vai até o servidor em busca da meta-informação da mídia e cria mais uma unidade na LM 410, juntamente com sua estrutura de LUS 430 e LUMC 450 colocando o cliente na lista de espera 419 do elemento da LM 410 correspondente ao pedido. Se o pedido já estiver na LM 410 o cliente é posto na lista de espera da mesma forma. A seguir é calculado o slot inicial S, FIG. 3, onde o cliente será inserido 610. O slot inicial S é calculado diminuindo-se do tempo corrente TC o tempo do início TI em que a LUS começou a girar sobre a LUMC menos o tempo do início do trecho requisitado TS (Time Stamp) em relação ao início da mídia TS, deste valor também se subtrai o número de vezes que a LUS já deu uma volta completa C na LUMC dividido pela duração de um slot DS, o resultado então é submetido a operação módulo número de slots NS. Resumindo $S = [TC - TI - TS - C / DS] \% NS$. Como o cliente está requisitando o trecho inicial TS é igual a zero. Se o slot já tiver um cliente 620, ou seja, se já existe um fluxo para outro cliente, multicast ou unicast a partir do gof apontado pelo início do slot s 320, o cliente é posto no multicast e a parte que ele perdeu, parte do conteúdo sob s, é mandado em um patch 625. O MCD-C funciona tanto em redes que suportam ou não o multicast, sendo que no último caso é possível emular um multicast usando-se o unicast. Se o slot s está sem clientes, é verificado se o conteúdo por ele subentendido até o nível mínimo 330 está na cache 630, se não, o proxy providencia um novo fluxo do servidor ou um proxy do sistema para prover o conteúdo 635. Se o conteúdo já está na cache cria o buffer colapsado atualizando o status dos slots compreendidos em seus limites, coloca o cliente que estava na lista de espera no slot s e manda o patch se necessário 640. Se o buffer tem um **provedor** para

fornecer o conteúdo 645, ou seja, ele é um **receptor**, a
admissão acaba 680. Senão testa a distância até o buffer
colapsado anterior 650. Se for menor que uma distância que
compense evitar um novo fluxo externo, tenta alocar buffers
5 tampões para aproveitar o conteúdo do **receptor** anterior
670, caso haja espaço na cache para alocar slots tampões
660, senão providencia um novo fluxo para prover o conteúdo
655.

A MCD-C funciona com a reserva de parte da cache
10 para cada cliente através do buffer colapsado. No entanto,
o conteúdo que fica fora do buffer não precisa ser
descartado caso haja espaço em cache. Desta forma, trechos
muito acessados de uma mídia, como o a parte inicial de um
vídeo, podem permanecer em cache, assim como o conteúdo dos
15 slots tampões e o conteúdo que acabou ficando fora da cache
por causa de um overflow ou mesmo o conteúdo de uma mídia
muito popular. No entanto, se a cache estiver cheia há a
necessidade de substituir o conteúdo não reservado por uma
que vai estar dentro de um slot reservado. Caso a cache
20 esteja cheia a substituição das unidades de mídia FIG. 7
leva em conta a popularidade da mídia. Desta forma as mídias
são ordenadas de acordo com a sua classificação de
popularidade em ordem crescente 710, e começando pelas de
menor classificação 720 são removidas as unidades de vídeo
25 de prioridade mais alta de descarte, quais sejam, em ordem
crescente de prioridade de descarte, (1) as que já foram
lidas e estão fora do buffer colapsado, (2) as que estão no
começo da mídia e não estão reservadas, (3) as que não
foram lidas mas por overflow estão fora do buffer colapsado
30 e por último (4) removendo os buffer tampões 730. Ao se
remover os tampões, verifica-se se há necessidade de
substituí-los por um fluxo externo, para fornecer o
conteúdo dos buffers colapsados no lugar do conteúdo dos

buffers tampões que podem ser descartados 735. Caso haja empate no descarte de uma unidade de mídia ou buffer tampão, será descartado primeiro aquela que estiver mais longe do buffer colapsado anterior, ou seja, mais longe de ser reutilizado até que se libere a quantidade de cache necessária 740 e 750.

O buffer colapsado é um conceito virtual na MCD-C, o que controla realmente o conteúdo e o fluxo são os slots. Na FIG.3 o buffer colapsado está exemplificado com 4 slots, mas poderia ser um único slot ou mais de cinco slots, é tudo uma questão de convenção. Cada slot tem seu status de acordo com sua localização no buffer colapsado ou se é tampão ou se não está reservado. Caso não esteja reservado, ele não monitora o seu conteúdo virtual. O conteúdo é virtual porque o slot não armazena conteúdo, apenas indica na LUMC os elementos sobre os quais exerce uma gerência. Caso esteja reservado, o slot gerencia seu conteúdo virtual FIG. 8. Como a LUS gira sobre a LUMC, após decorrido um intervalo de tempo, a LUS pode ter dado algumas voltas em torno dela própria. Para calcular o início e o fim do slot baseado no time stamp da mídia, é preciso saber quantas voltas foram dadas pelo slot até o momento. Sabendo-se o tempo I em que a LUS começou a girar, o tempo de uma volta completa VC (a duração da mídia mais o padding), o tempo atual A e a posição do slot P se calcula o número de ciclos dado pelo tempo inicial I menos o tempo corrente A menos a posição do slot P vezes seu tamanho T dividido pelo tempo de uma volta completa VC. Calculado o ciclo, calcula-se o início do slot dado pelo tempo inicial I menos o tempo atual A menos o número de ciclos C vezes o tempo de uma volta completa VC menos a posição do slot P vezes o seu tamanho T. O fim do slot FS é dado pelo início do slot IS menos o tamanho T de um slot 810.

Tanto IS como FS retornam um valor de tempo em relação ao início da mídia. Como os GoFs podem ser acessados tanto por seu número sequencial como pelo seu timestamp, com este simple cálculo consegue-se delimitar os

5 GoFs gerenciados pelo slot.

Se o slot tiver o status de um slot tampão os elementos que passam pelo início do slot são marcados como reservados tampão e ao saírem são marcados como livres 820.

Se o slot for o slot s da FIG.3, o GoF que passar pelo fim do slot 310 será marcado como livre e o que passar pelo início do slot 320 será marcado como reservado mas lido 820, uma vez que ao passar por este ponto o GoF será transmitido via multicast para os clientes constantes da lista de clientes do slot 830.

10

Se o slot for o slot $s+1$ da FIG.3, todo o elemento que passar pelo início do slot 330 é verificado para ver se está na cache, se não estiver, significa que o provedor falhou, sendo gerado um aviso de pré-overflow para que se providencie um novo provedor 840.

15

Tudo que o provedor manda é escrito na cache e atualizado o status na LUMC como escrito e não lido. Se o slot for $s+1$, $s+2$ ou $s+3$, ao passar pelo ponteiro de início de slot 330, 350 ou 360 os GoFs são atualizados como escritos, não lidos e reservados 820.

20

Se o slot for o $s+2$ da FIG.3, e ao verificar o elemento que está passando pelo início do slot 350, além de atualizar o seu status, o slot gera um aviso de pré-overflow, para que se tome providências que evitem o overflow se necessárias 840.

25

Se o slot for o $s+3$, ao passar pelo ponteiro de início 360, todos os GoFs, se estiverem na cache, são atualizados como não lidos e reservados 820.

30

Para economizar processamento, a verificação e/ou atualização dos GoFs no início ou fim do slot pode ser dispensada se o estado destes não for alterado ao passar de um slot para outro. Por exemplo, em slots tampões seguidos, o status só é alterado no início do primeiro slot e no final do último slot.

O MÉTODO DISTRIBUÍDO

Buffers colapsados com intersecção não vazia situados em proxies distintos podem ser interligados por um fluxo de vídeo que garanta o nível mínimo do receptor, gerando a cooperação entre proxies e a necessidade de se coordenar esta colaboração com o objetivo de maximizar o uso dos recursos do sistema.

O gerenciador MCD-C distribuído 580 procura encadear os buffers contínuos dos proxies de forma a reutilizar o conteúdo de outro proxy. Para aumentar o grau deste encadeamento, evitando a necessidade de outro fluxo do servidor, os buffers colapsados contínuos podem ser aumentados na ponta oposta ao do receptor através de um slot tampão. A prioridade de alocação de slots tampões depende da quantidade de memória disponível e do número de clientes remotos que irão reutilizar o seu conteúdo. A prioridade de alocação é para quantidades pequenas de slot tampões e que tenham potencial para servir o maior número de clientes remotos, e a prioridade de descarte é o inverso, grande número de slots tampões com baixo potencial de reuso (atender poucos clientes). É uma questão de trocar espaço em cache (tampão) por largura de banda na dorsal da rede e no servidor.

30 Ou seja, levando em conta a hierarquia de slots, na falta de espaço em memória, o conteúdo de maior prioridade de descarte é o pertencente a um slot não reservado, seguido do tampão. O conteúdo dos slots

pertencentes a um buffer colapsado só é descartado se o cliente sair do sistema.

O gerente MCD-C distribuído, assim como o local, mantém um mapeamento dos buffers contínuos dos proxies. Com
5 isso o gerente MCD-C tem as informações necessárias para encadear os buffers colapsados.

O gerente MCD-C distribuído tem que procurar reaproveitar o conteúdo dos outros proxies e só em último caso recorrer ao servidor evitando, no entanto, gerar um
10 tráfego ping-pong que congestionaria a dorsal da rede. Para evitar o tráfego ping-pong o gerente MCD-C requisita o conteúdo aos proxies vizinhos e estes por sua vez aos seus vizinhos até encontrar o conteúdo solicitado ou chegar ao servidor. Desta forma, somente o proxymais próximo com o
15 conteúdo solicitado enviaria o fluxo. Os proxies vizinhos e o servidor são ligados por conexões permanentes que preferencialmente refletem a topologia da rede. Outra forma de se fazer isto é fazendo com que todos os proxies tenham informações de estado dos outros proxies, adquiridos de
20 forma distribuída, para calcular localmente o proxy que irá fornecer o fluxo.

OPERAÇÕES DE INTERATIVIDADE

As operações de interatividade são o cliente parar a exibição da mídia definitivamente, fazer uma pausa
25 temporária, retomar a partir do ponto da pausa, ir para algum do ponto da mídia e a partir daí retomar a exibição da mídia e avanço e retrocesso rápido da mídia com exibição. Cada uma destas operações será descrita a seguir.

PARAR

30 Nesta operação o proxy simplesmente retira o cliente de uma de suas listas de clientes 419, 420, 436, 437 e 438 e libera os recursos reservados para o mesmo.

PAUSA

Nesta operação o proxy libera os slots do buffer colapsado do cliente que solicitou a operação, se não existir outros clientes no buffer colapsado, tomando o cuidado de preferencialmente reservar o conteúdo de $s+2$ e $s+3$ da FIG.3 na LUMC como conteúdo de PAUSA e liberando o
5 provedor ou os tampões, caso eles não sejam necessários para manter o fluxo para outro buffer colapsado local ou remoto, o conteúdo de s e $s+1$ está no buffer local do cliente. O cliente sai da lista de clientes ativos 436 e
10 vai para a lista de clientes em pausa 420, que além da identidade do cliente, armazena a informação de qual conteúdo foi reservado. Pode ser estabelecido um limite de tempo em que o conteúdo fica reservado como conteúdo de PAUSA, dependendo da popularidade do filme, para otimizar a
15 utilização da cache.

RETOMADA

Nesta operação o cliente informa o ponto de onde quer retomar a exibição. O procedimento é parecido com a da admissão do cliente exceto que parte do conteúdo já está no
20 buffer local e parte preferencialmente estará na cache. O conteúdo reservado na cache durante o pause é sincronizado com a lista de unidades de slots, retirando a reserva de pause e ficando somente com a reserva do slot. O slot a ser sincronizado é calculado de acordo com a fórmula vista para
25 localizar o slot inicial na admissão de um novo cliente com exceção de que o tempo de início do trecho é o tempo do trecho que está na cache. O cliente também sai da lista 420 e vai para a lista 436 do slot S que forma o seu buffer colapsado.

30 IR PARA

Nesta operação o cliente informa o ponto para onde deseja ir na mídia, se estiver exibindo a mídia, libera os recursos reservados se não estiverem reservados

para outros clientes e caso eles não sejam necessários para manter o fluxo para outro buffer colapsado local ou remoto, e em seguida o procedimento é igual a admissão de um novo cliente, exceto que não irá exibir o filme do começo, mas a partir de um ponto escolhido aleatoriamente pelo cliente, usando para isto a mesma fórmula já apresentada.

AVANÇO RÁPIDO

As operações de rápida exibição são as que mais exigem recursos do sistema, de forma que preferencialmente devem ser utilizadas concomitantemente com a operação IR PARA e em seguida recuar ou avançar rápido até chegar ao ponto desejado da mídia. A qualidade de exibição pode ser sub-ótima de forma que se houver alguma perda de GoFs, elas são toleradas. Ao pedir esta operação, os slots de buffer colapsado do cliente são reservados e controlados pelo processo de operações interativas (POI) 560 criado para este cliente. Este processo reserva preferencialmente n slots à frente do buffer colapsado, fazendo prefetch do que falta nestes n slots, trazendo o conteúdo do servidor ou de um proxy cooperado. Como os proxies mantêm a informação sobre a mídia que está na sua cache na LM, LUS e LUMC, basta pesquisar estas listas para verificar se o trecho de mídia solicitado está em cache, senão o proxy repassa o pedido de prefetch para o próximo proxy cooperado ou em último caso para o servidor. Ou seja, como esta operação exige a transmissão de n vezes mais conteúdo que o normal, é preciso que a parte não lida do buffer colapsado tenha um tamanho preferencialmente n vezes maior para antecipar o prefetch do conteúdo a ser exibido em alta velocidade. Como este buffer colapsado aumentado se desloca sobre o LUMC 450 com uma velocidade diferente do deslocamento da LUS 430, o POI 560 faz com que o buffer colapsado aumentado se desloque sobre a LUS 430 com uma velocidade de n-1 vezes a

velocidade normal. À medida que vai lendo, se o conteúdo não possui nenhuma outra reserva vai liberando os slots com a mesma velocidade $n-1$ para possível descarte, se o slot não for tampão ou pertencer a um buffer colapsado. Para isto, O POI 560 incrementa o status do avanço rápido 434 e inclui o cliente na lista de clientes avanço rápido 437, para ir reservando slots a frente, ao mesmo tempo em que decrementa o status do avanço rápido 434 e retira o cliente da lista de clientes avanço rápido 437 nos slots de trás. Além disso, manda o conteúdo para o cliente em velocidade n vezes superior ao normal. Normalmente n é igual a dois ou seja exibe em velocidade duas vezes mais rápida que o normal.

RECÚO RÁPIDO

A operação de recuo rápido é implementada de forma análoga à operação de avanço rápido, exceto que reserva os GoFs a ré e faz prefetch a ré, fazendo com que o buffer colapsado aumentado ande sobre a LUS 430 com uma velocidade de $n+1$ vezes a velocidade normal no sentido contrário ao da exibição.

O COLETOR DE LIXO

Na MCD-C a função do coletor de lixo 570 é eliminar as reservas deixadas por um cliente que teve uma falha silenciosa ou simplesmente saiu do sistema sem avisar, deixando slots e áreas de memória reservadas. O processo coletor de lixo 570, de tempos em tempos percorre as listas de clientes do sistema, verificando se os mesmos ainda estão ativos, se achar algum cliente inativo, ele retira o cliente das listas de clientes e caso ele seja o único cliente de um slot reservado, este slot é atualizado para não reservado e o conteúdo delimitado pelo slot liberado para descarte pela subrotina de substituição de unidades de mídia contínua na cache FIG. 7.

REIVINDICAÇÕES

1- "MEMÓRIA COOPERATIVA DISTRIBUÍDA COLAPSADA PARA SISTEMAS DE MÍDIA-SOB-DEMANDA INTERATIVA E ESCALÁVEL" caracterizado por, um método para gerenciar a memória cache

5 de um servidor proxy associado a um arquivo de mídia contínua, a referida cache é gerenciada através de reserva de espaço de memória na cache para armazenar trechos do arquivo de mídia contínua, este espaço de memória reservado na cache funciona como um buffer colapsado onde

10 continuamente são descartados trechos do arquivo de mídia contínua para dar lugar aos trechos subsequentes deste mesmo arquivo, e que para cada cliente do sistema um buffer colapsado é alocado na cache, sendo que a área de memória deste buffer pode ser compartilhada com outros buffers

15 desde que o seu conteúdo seja o mesmo, este método compreende a criação de uma lista circular com as unidades de indexação do arquivo de mídia contínua e uma outra lista circular de slots para cada arquivo de mídia contínua de tal forma que haja uma função sobrejetora entre cada

20 elemento da primeira lista sobre um elemento da segunda lista a qualquer tempo, e que a lista circular com as unidades de indexação do arquivo de mídia contínua aponta para a área de memória na cache onde o trecho do arquivo está armazenado, se este estiver na cache, e que a lista

25 circular de slots gira sobre a lista circular com as unidades de indexação do arquivo de mídia contínua, ou vice-versa, de tal forma que continuamente novas unidades de indexação do arquivo de mídia contínua entram e saem do slot, e para cada cliente slots são reservados, estes slots

30 reservados formam o buffer colapsado do cliente e o conteúdo demarcado por um slot reservado não pode ser descartado, sendo que um mesmo slot pode fazer parte de outros buffers colapsados, e que o trecho de mídia contínua

não demarcado por um slot reservado pode ser substituído por novos dados quando não houver mais espaço em cache segundo qualquer política de substituição.

2- "MEMÓRIA COOPERATIVA DISTRIBUÍDA COLAPSADA PARA SISTEMAS DE MÍDIA-SOB-DEMANDA INTERATIVA E ESCALÁVEL" caracterizado por, um método para delimitar o conteúdo de um slot qualquer, desde o seu início IS até o fim FS, em função do tempo inicial I, do tempo corrente A, da posição do slot P, do tamanho do slot T, do tempo de uma volta completa VC e do número de voltas completas C dada pelas fórmulas $C = (I - A - P * T) / VC$, $IS = I - A - C * VC - P * T$ e $FS = IS - T$.

3- "MEMÓRIA COOPERATIVA DISTRIBUÍDA COLAPSADA PARA SISTEMAS DE MÍDIA-SOB-DEMANDA INTERATIVA E ESCALÁVEL" caracterizado por, um método para descobrir o slot S dado o trecho do filme requisitado em função do tempo corrente TC, do tempo inicial TI, do tempo do início do trecho requisitado TS, do número de vezes que a LUS já deu uma volta completa na LUMC C, da duração do slot DS e do número de slots na LUS NS, dado pela fórmula $S = [TC - TI - TS - C / DS] \% NS$. Sendo que o símbolo % é a operação módulo.

4- "MEMÓRIA COOPERATIVA DISTRIBUÍDA COLAPSADA PARA SISTEMAS DE MÍDIA-SOB-DEMANDA INTERATIVA E ESCALÁVEL" caracterizado por, um método de gerenciar o conteúdo que está fora do buffer colapsado, qual seja, a reserva de slots tampões para concatenar buffers colapsados ou aumentar buffers colapsados quando há espaço em cache e de liberar os slots tampões quando falta espaço em cache, providenciando a sua substituição por um fluxo de mídia contínua externo se necessário.

5- "MEMÓRIA COOPERATIVA DISTRIBUÍDA COLAPSADA PARA SISTEMAS DE MÍDIA-SOB-DEMANDA INTERATIVA E ESCALÁVEL" caracterizado por, um método de acesso rápido à trechos de filmes para avanço e recuo rápido, com visualização dos

filmes usando-se os buffers colapsados, compreendendo, o envio de trechos do filme necessários a exibição acelerada do filme (recuo ou avanço), a forma do gerenciador de MCD-C descobrir os slots que possuem os trechos solicitados, qual
5 seja, percorrendo a Lista de Unidades de Slots, a forma de reservar conteúdo multimídia para exibição acelerada, qual seja, aumentando o buffer colapsado com mais slots, sendo que este buffer colapsado aumentado percorre a lista de unidades de slots a fim de acompanhar a velocidade de
10 transmissão acelerada.

6- "MEMÓRIA COOPERATIVA DISTRIBUÍDA COLAPSADA PARA SISTEMAS DE MÍDIA-SOB-DEMANDA INTERATIVA E ESCALÁVEL" caracterizado por, um método que permite a implementação de funcionalidades de videocassete num sistema de video-on-
15 demand economicamente escalável, compreendendo um servidor proxy que, na operação de pausa, mantenha o conteúdo do buffer colapsado naquele instante em cache, de forma a diminuir o tempo de resposta da operação de retomada, na operação de pausa, verifique se os slots reservados para o
20 buffer colapsado do cliente que solicitou a pausa são necessários para manter o fluxo em outros buffers colapsados, caso positivo e haja espaço em memória manter os slots reservados, caso negativo, providenciar um novo fluxo de mídia externo, na operação de retomada, reservar
25 os slots do buffer colapsados, ir consumindo o conteúdo reservado no pause, e providenciar um fluxo constante de conteúdo através da reserva de slots tampões ou de um fluxo externo, no fast forward e rewind, notifique o gerente MCD para que providencie a reserva de slots, no fast forward e
30 rewind sem exibição, desloque o buffer colapsado até a posição desejada pelo cliente.

7- "MEMÓRIA COOPERATIVA DISTRIBUÍDA COLAPSADA PARA SISTEMAS DE MÍDIA-SOB-DEMANDA INTERATIVA E ESCALÁVEL"

caracterizado por, um método distribuído para gerenciar a cache dos proxies distribuídos de acordo com as reivindicações 1, 2, 3, 4, 5 e 6, qual seja a forma de interligar buffers colapsados em proxies distintos através do uso de slots tampões, se necessário e houver espaço em cache, combinado com um fluxo de mídia contínua de um proxy para outro.

8- "MEMÓRIA COOPERATIVA DISTRIBUÍDA COLAPSADA PARA SISTEMAS DE MÍDIA-SOB-DEMANDA INTERATIVA E ESCALÁVEL"

caracterizado por, um método distribuído para gerenciar o conteúdo dos buffers colapsados do proxies distribuídos de acordo com as reivindicações 1, 2, 3, 4, 5 e 6, compreendendo, um proxy que saiba de onde vem o fluxo que ele está recebendo e para onde vai o fluxo que ele está enviando, que também saiba o trecho que está enviando, um proxy que saiba se comunicar com outro proxy, para perguntar para onde ele está mandando o fluxo ou de quem está recebendo o fluxo, um proxy inteligente que utilizando as capacidades descritas acima, saiba caminhar pelos buffers colapsados e slots tampões contíguos, a fim de localizar o trecho necessário para abastecer ou completar os trechos faltantes dos slots reservados.

9- "MEMÓRIA COOPERATIVA DISTRIBUÍDA COLAPSADA PARA SISTEMAS DE MÍDIA-SOB-DEMANDA INTERATIVA E ESCALÁVEL"

de acordo com as reivindicações 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 caracterizado por, utilizar uma outra estrutura de dados ao invés das listas circulares, como vetores, deque, tabelas, matrizes, ou versões destas estruturas que economizem espaço em memória.

10- "MEMÓRIA COOPERATIVA DISTRIBUÍDA COLAPSADA PARA SISTEMAS DE MÍDIA-SOB-DEMANDA INTERATIVA E ESCALÁVEL" de acordo com as reivindicações 1,2,3,4,5,6,7 e 8 caracterizado por, um método para aumentar a margem de

segurança, para garantir a qualidade de apresentação do vídeo sem paradas na exibição, compreendendo que quando um buffer colapsado fica abaixo do seu nível mínimo de trabalho, ele notifica o gerente MCD-C para que este
5 providencie outra fonte de fluxo.

11- "MEMÓRIA COOPERATIVA DISTRIBUÍDA COLAPSADA PARA SISTEMAS DE MÍDIA-SOB-DEMANDA INTERATIVA E ESCALÁVEL" de acordo com as reivindicações 1,2,3,4,5,6,7 e 8 caracterizado por, um método para coletar o lixo da
10 memória, qual seja, o conteúdo que pode ser descartado, mas não o é devido à reservas que deviam ter expirado devido a falta de notificação dos clientes por falha silenciosa ou saída do sistema sem aviso prévio.

12- "MEMÓRIA COOPERATIVA DISTRIBUÍDA COLAPSADA
15 PARA SISTEMAS DE MÍDIA-SOB-DEMANDA INTERATIVA E ESCALÁVEL" de acordo com as reivindicações 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 e 11 caracterizado por, pelo método ser executado tanto por um servidor proxy, como por uma dslam, um head end, um comutador ou roteador, estando ou não embutido no
20 equipamento.

13- "MEMÓRIA COOPERATIVA DISTRIBUÍDA COLAPSADA PARA SISTEMAS DE MÍDIA-SOB-DEMANDA INTERATIVA E ESCALÁVEL" de acordo com as reivindicações 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 e 11 caracterizado por, usar apenas unicast para emular um
25 multicast.

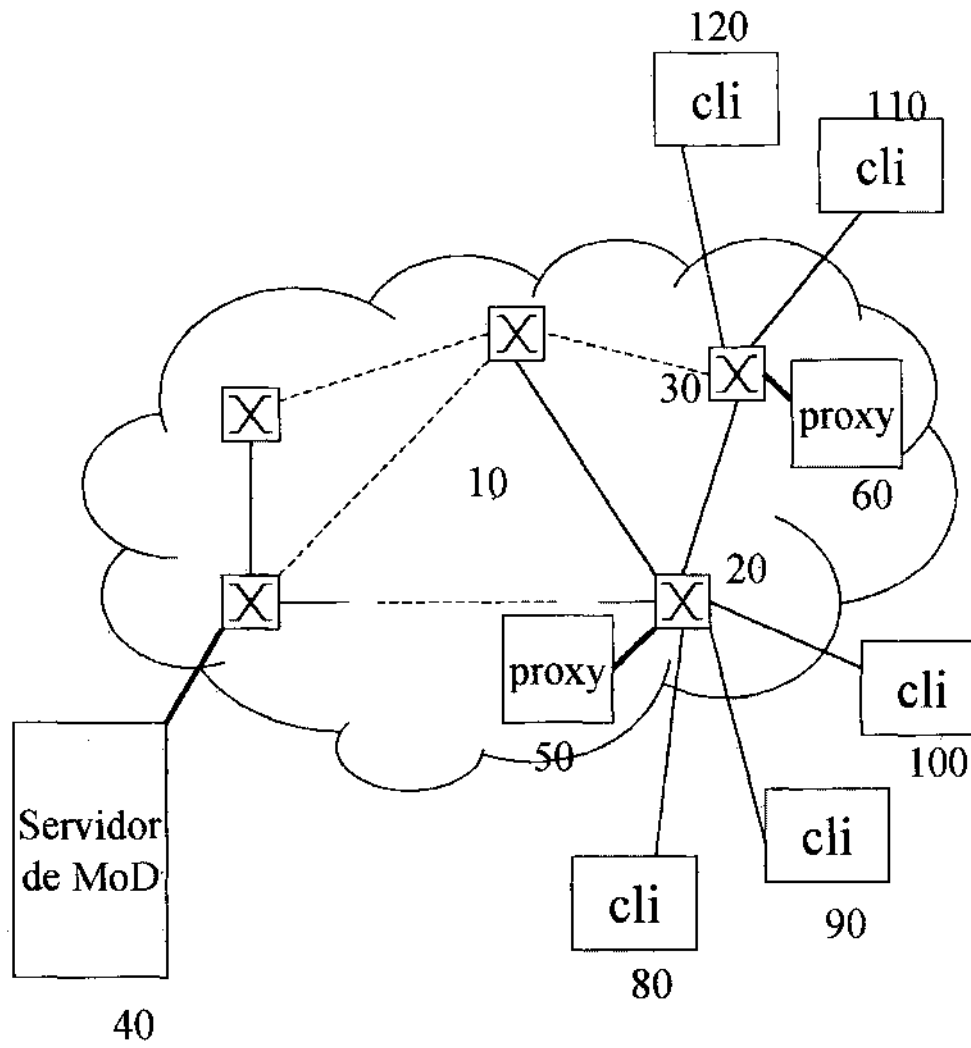


Figura 1

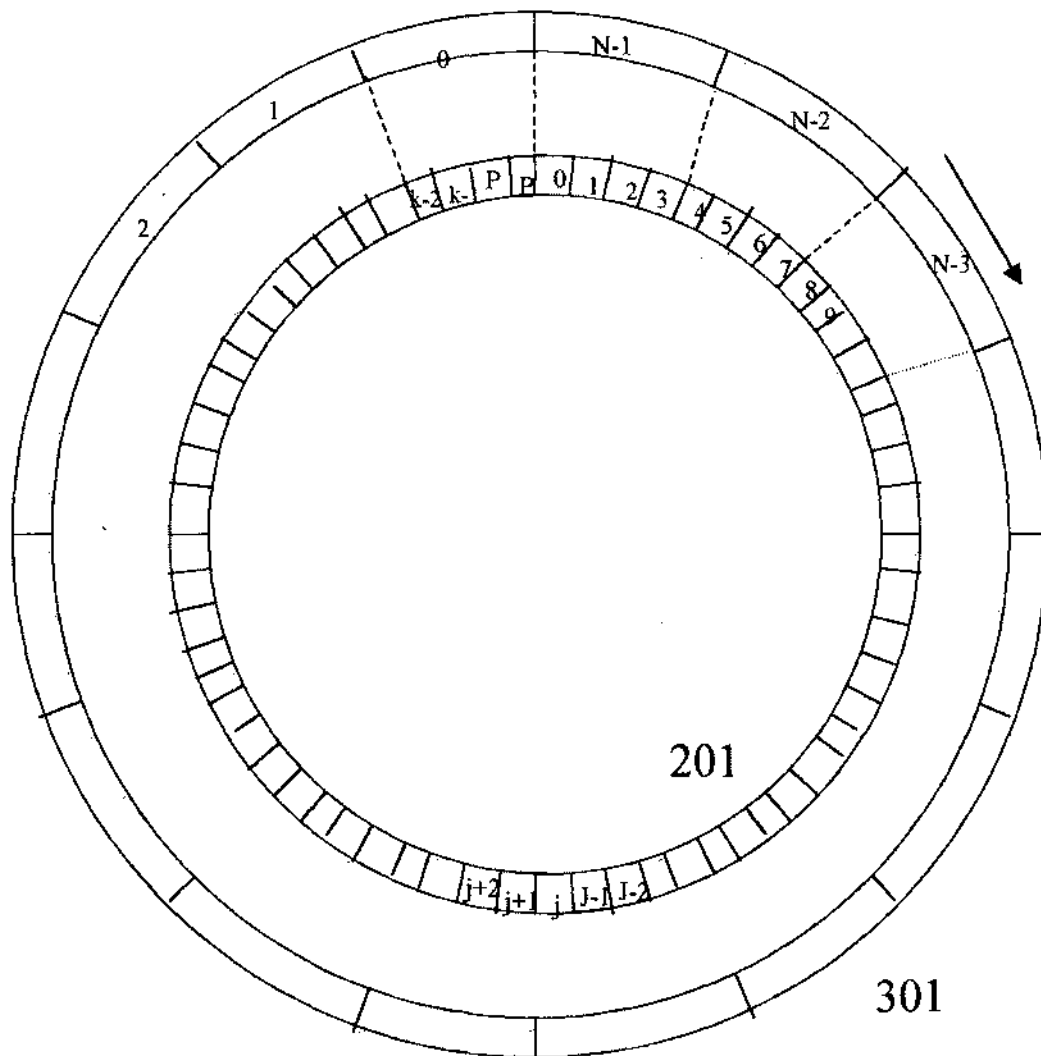


Figura 2

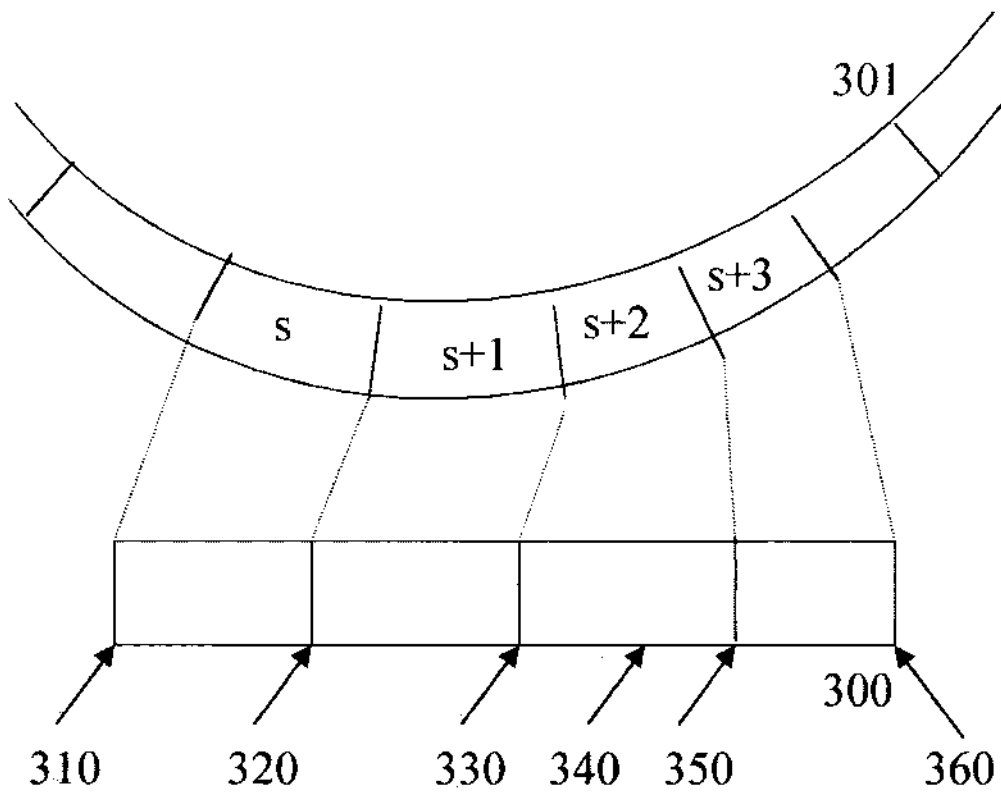


Figura 3

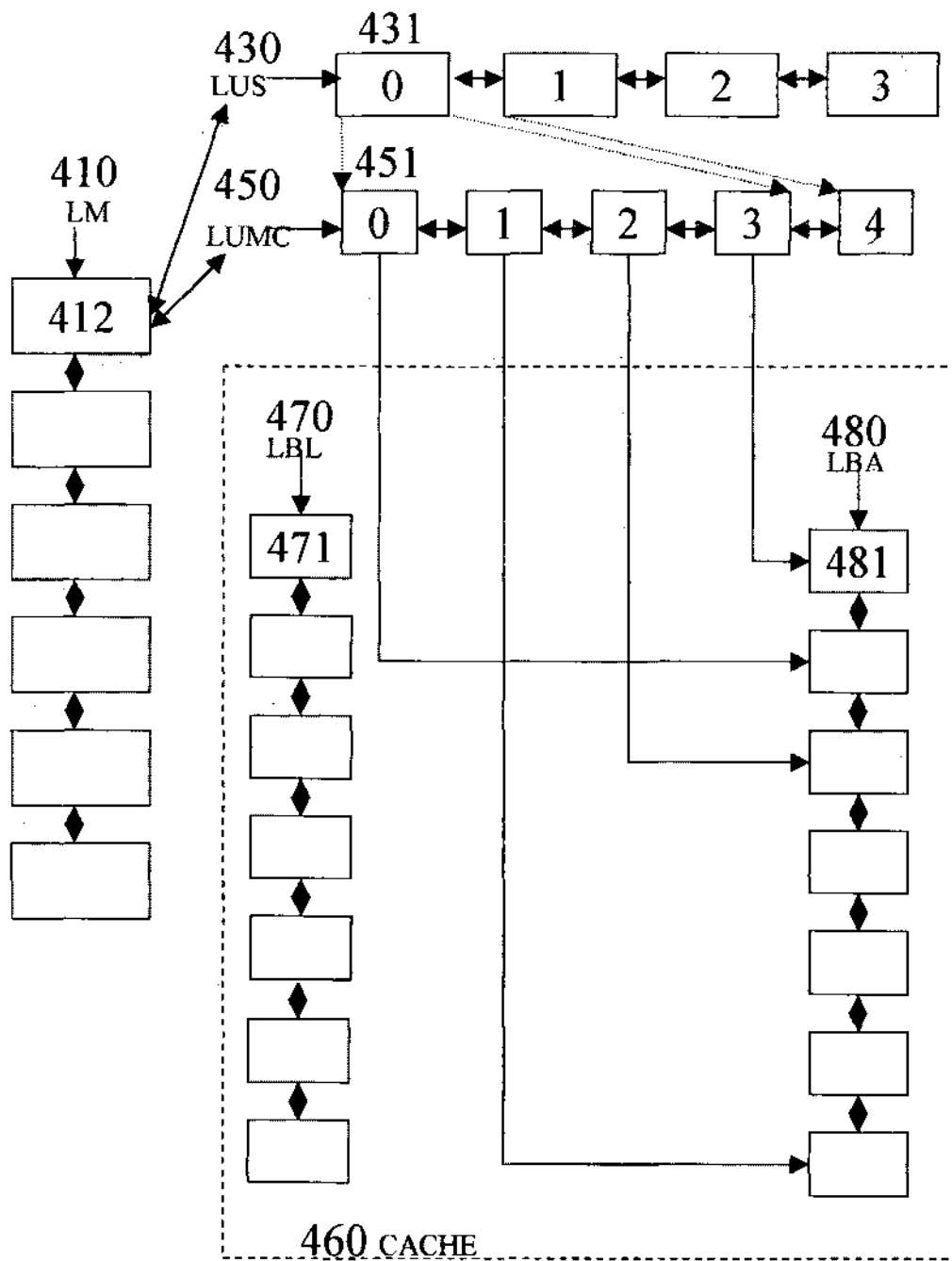


Figura 4a

412

413	MEDIA ID
414	DURAÇÃO DA MEDIA
415	TAMANHO DO SLOT
416	NÚMERO DE GOFS
417	NÚMERO DE SLOTS
418	RANK DA MEDIA
419	LISTA DE CLIENTES EM ESPERA
420	LISTA DE CLIENTES EM PAUSA
421	LISTA DE CONEXÕES ENTRADA
422	PONTEIRO PARA LUMC
423	PONTEIRO PARA LUS

Figura 4b

431

432	SLOT ID
433	SLOT STATUS
434	STATUS AVANÇO RÁPIDO
435	STATUS RECÚO RÁPIDO
436	LISTA DE CLIENTES ATIVOS
437	LISTA DE CLIENTES AVANÇO RÁPIDO
438	LISTA DE CLIENTES RECÚO RÁPIDO

Figura 4c

451

452	NÚMERO DA UNIDADE
453	PRIORIDADE
454	TIMESTAMP
455	DURAÇÃO
456	PONTEIRO PARA A CACHE

Figura 4d

471

432	TAMANHO DO BLOCO
433	PONTEIRO PRÓXIMO BLOCO
434	BLOCO

Figura 4e

50 E 60

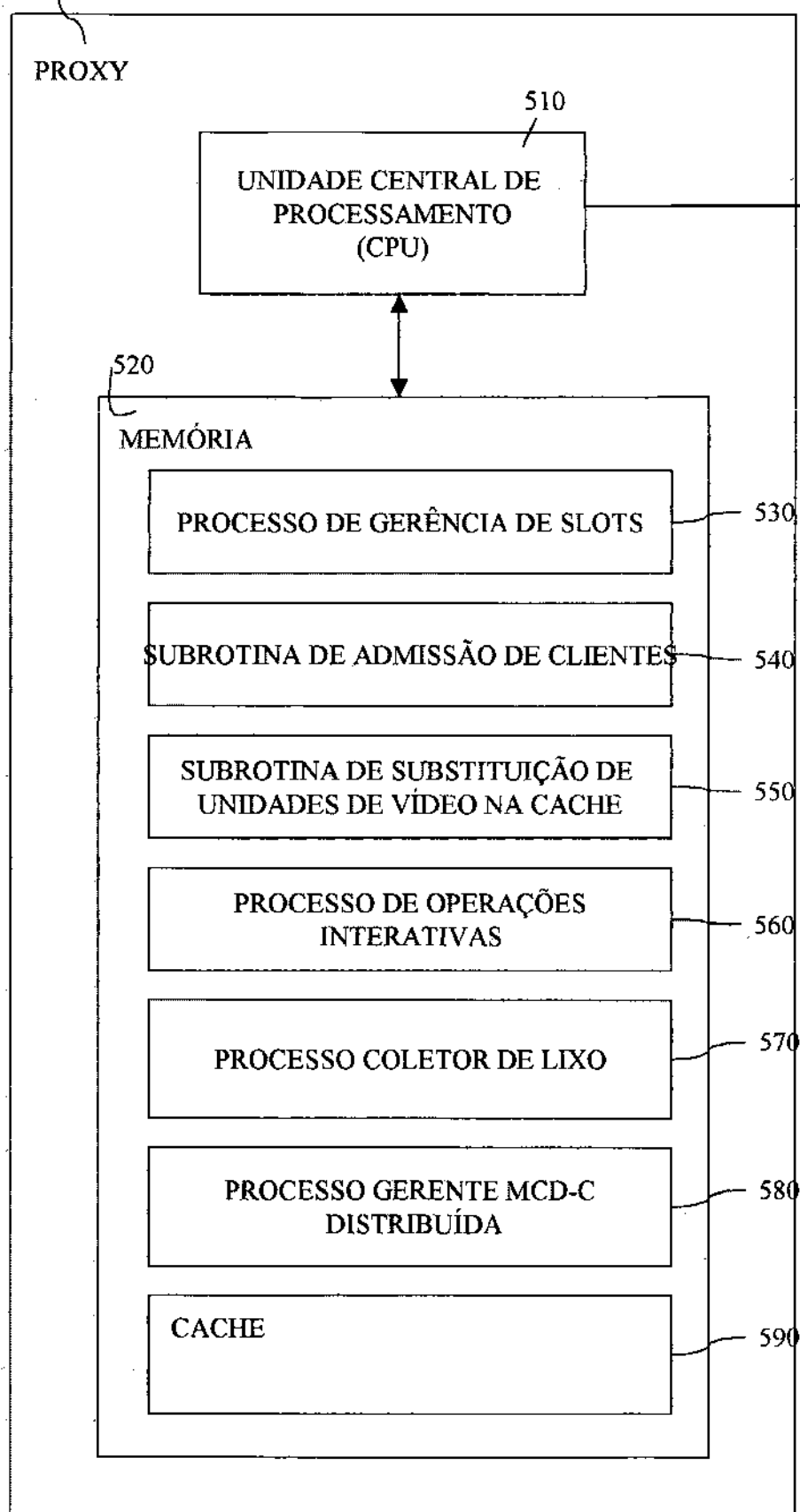


Figura 5

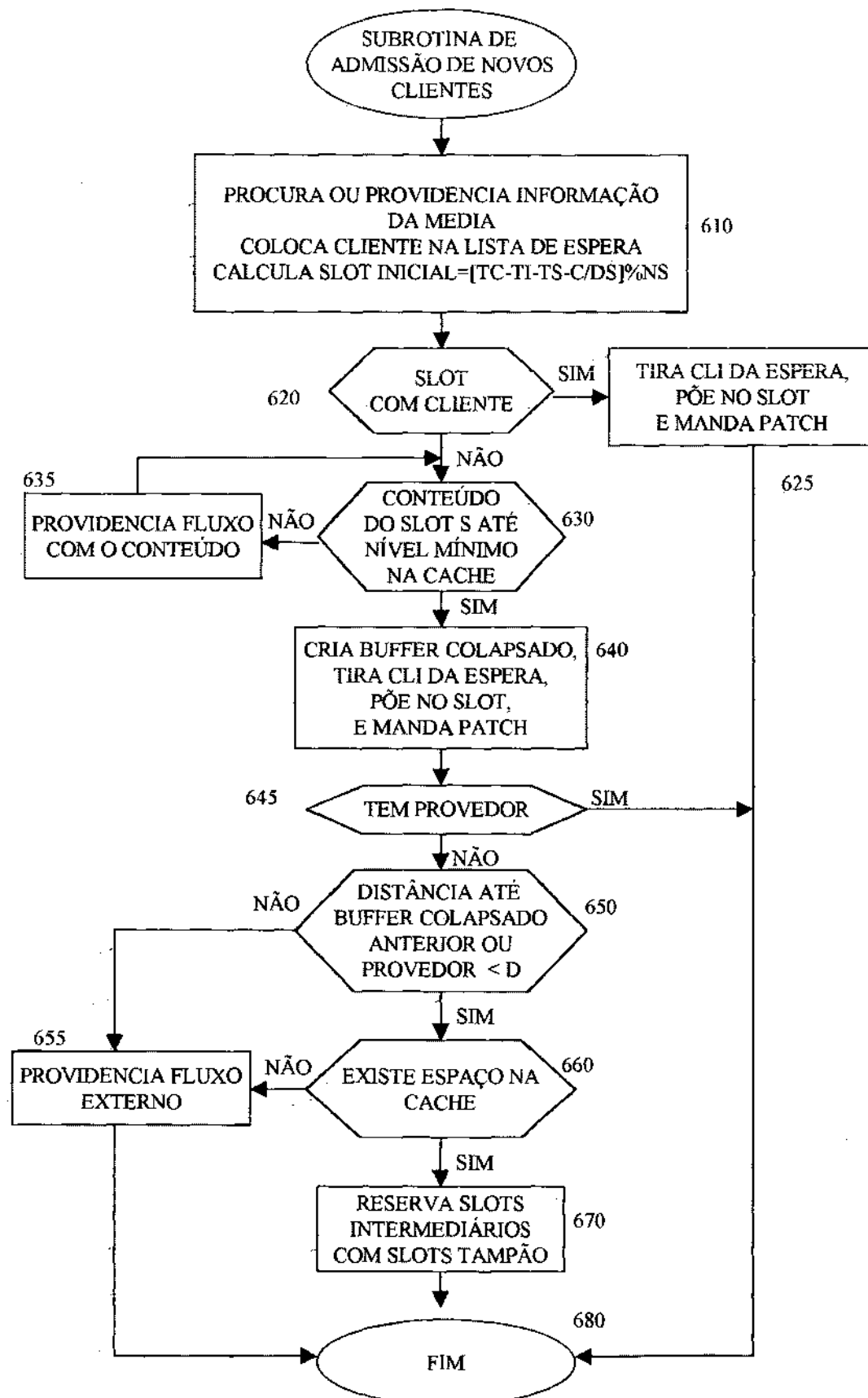


Figura 6

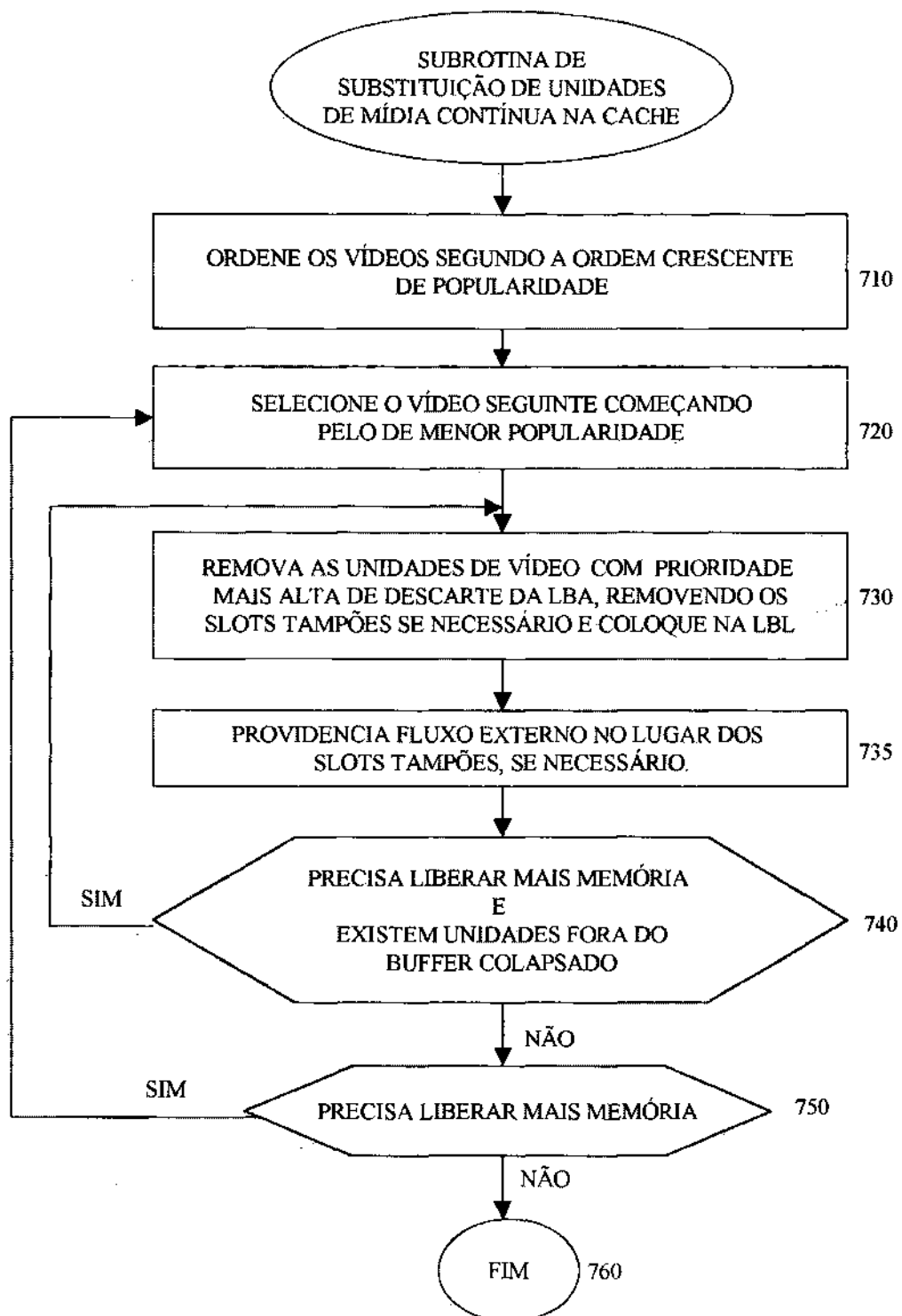


Figura 7

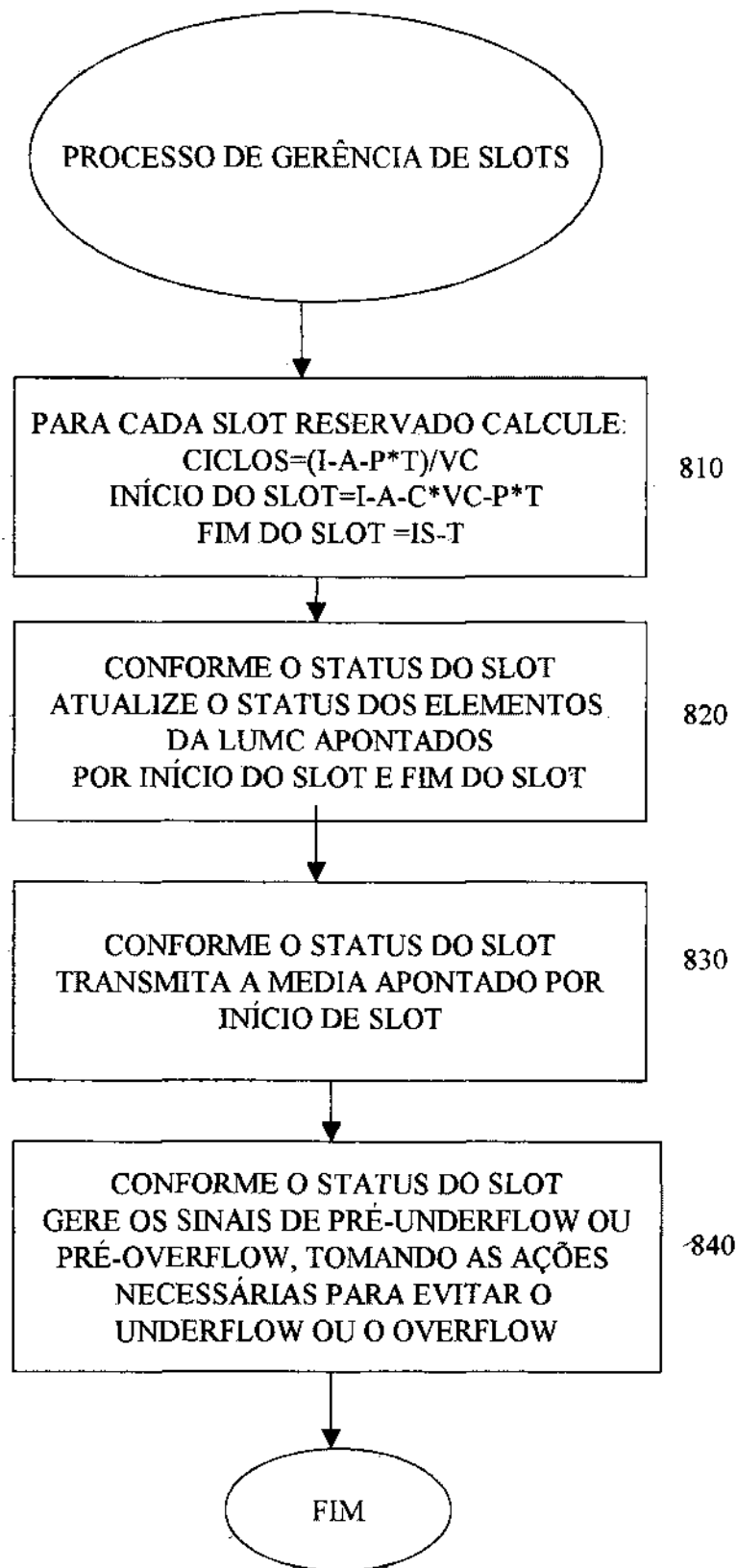


Figura 8

RESUMO

PATENTE DE INVENÇÃO "MEMÓRIA COOPERATIVA
DISTRIBUÍDA COLAPSADA PARA SISTEMAS DE MÍDIA-SOB-DEMANDA
INTERATIVA E ESCALÁVEL"

5 Trata-se de um método de dois níveis de
gerenciamento de cache de um servidor proxy para arquivos
de mídia contínua. No primeiro nível, o método reserva
buffers colapsados na cache para cada cliente ativo
atendido pelo servidor proxy. Para poupar largura de banda
10 e espaço em memória estes buffers colapsados podem ser
concatenados e sobrepostos quando o conteúdo pertencer a um
mesmo arquivo de mídia contínua. O proxy gerencia de forma
coletiva os buffers colapsados de cada cliente, que
cooperam disponibilizando seu conteúdo para o sistema
15 diminuindo o tráfego na rede de comunicações e no servidor
de mídia-sob-demanda. No segundo nível, o método permite
que os servidores proxies cooperem entre si, concatenando
seus buffers colapsados quando necessário, aumentando o
volume de mídia disponível em cache para ser compartilhado,
20 poupando largura de banda no servidor de mídia-sob-demanda
e na dorsal da rede de comunicação.